

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

G2820

PC1/EP04/13085



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 54 604.9

Anmeldetag: 21. November 2003

Anmelder/Inhaber: Gesellschaft für Aufladetechnik und Spindelbau mbH,
88142 Wasserburg/DE

Bezeichnung: Stufenlos schaltbares, magnetodynamisches
Getriebe

IPC: H 02 K 51/00

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 6. Dezember 2004
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read "B. BURKHS".

BEST AVAILABLE COPY

PATENTANWALT

DR.-ING. PETER RIEBLING

Dipl.-Ing.

5

EUROPEAN PATENT & TRADEMARK ATTORNEY

10

Postfach 3160
D-88113 Lindau (Bodensee)
Telefon (083 82) 7 8025
Telefon (083 82) 9692-0
Telefax (083 82) 7 8027
Telefax (083 82) 9692-30
E-mail: info@patent-riebling.de
www.patent-riebling.de

5

19. November 2003

Anwaltsakte: 15814.5-G2651-31-na

Mündliche Vereinbarungen bedürfen der schriftlichen Bestätigung
Sprechzeit nach Vereinbarung

20

Anmelder: Gesellschaft für Aufladetechnik und Spindelbau mbH
Am Weinberg 4
88142 Wasserburg

25

Stufenlos schaltbares, magnetodynamisches Getriebe

25

Die Erfindung betrifft ein stufenlos schaltbares magnetodynamisches Getriebe nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

30

Ein lediglich in Stufen schaltbares, magnetodynamisches Getriebe ist beispielsweise mit dem Gegenstand der DE 19604710 A1 und dem Zitat: Peter Graf von Ingelheim: „Mechanik ade“ in „Das Industriemagazin“ 19/2002, Seite 42 bis 45 bekannt geworden.

35

Bei diesem grundsätzlich in Stufen schaltbaren magnetodynamischen Getriebe soll eine stufenlose Schaltung durch einen nachgeschalteten Frequenzwandler erreicht werden. Die genannte Druckschrift verwendet im Prinzip zwei Motoren, die wahlweise als Motor-Generator-Aggregat betrieben werden können und miteinander elektrisch verschaltet sind.

Hausanschrift:
Rennerle 10
D-88131 Lindau

Bankkonten:
HypoVereinsbank Lindau · Kto.-Nr. 1 257 110 (BLZ 600 202 80) · IBAN: DE80 6002 0290 0001 2571 10 · Swift (BIC): HYVEDEMM473
Volksbank Lindau · Kto.-Nr. 51222 000 (BLZ 650 920 10) · IBAN: DE97 6509 2010 0051 2220 00 · Swift (BIC): GENODES1WAN
Postbank München · Kto.- Nr. 414 848-808 (BLZ 700 100 80) · IBAN: DE87 7001 0080 0414 8488 08 · Swift (BIC): PBNKDEFF

5 Dank der Verwendung zweier derartiger Aggregate besteht jedoch der Nachteil, dass relativ große Kupfermengen für die Wicklungen benötigt werden, durch die ein größerer elektrischer Verlust bei der Drehmomentübertragung auftritt.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein stufenlos regelbares
10 magnetodynamisches Getriebe der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass bei wesentlich geringeren Kupferanteilen geringere elektrische Verluste entstehen und die Anordnung kleiner und kompakter baut.

Zur Lösung der gestellten Aufgabe ist die Erfindung durch die technische Lehre des
5 Anspruches 1 gekennzeichnet.

Kern der Erfindung ist es, durch die Vermeidung von hohen Kupferanteilen im Hauptstrompfad die elektrischen Verluste wesentlich zu minimieren.

20 Zu diesem Zweck sieht die Erfindung ein magnetodynamisches Getriebe vor, bei dem ein innenumlaufender Rotor mit Dauermagneten bestückt ist und bei Drehung ein vielpoliges, sich mitdrehendes Magnetfeld im umgebenden Raum ausbildet. Dieser umlaufende Rotor dient als Aktionsrad. Der Rotor ist hierbei von einem Feldkonzentrator umgeben. Dieser besteht aus feststehenden, magnetisch
25 leitfähigen, der Polzahl des Innenrotors entsprechende Polschuhen.

Der Feldkonzentrator ist in der hydrodynamischen Analogie dem Leitapparat gleichzusetzen.

30 Dieses System ist nun vom Abtriebsrotor, dem Reaktionsrad, umgeben. Die Nuten sind mit Wicklungen versehen, die in diesem Fall als Sechsfachgruppierung die gleiche Polzahl aufweisen, wie der Stator. Diese Wicklungen können von einer entsprechenden Elektronik sequentiell kurzgeschlossen werden.

35 Im Gegensatz zu einer Asynchron- oder Synchronanordnung, bei der Wechsel- oder Drehströme im Hauptstrompfad vorhanden sind, wird bei der Erfindung durch das Prinzip der kurzgeschlossenen Wicklungen im Abtriebsrotor ein wesentlich geringerer Kupferanteil benötigt.

5 Allgemein soll für die vorliegenden Beschreibung gelten, dass die Begriffe Antriebs- und Abtriebsseite gegeneinander austauschbar sind. Die Erfindung betrifft also auch das Analogon, dass die Antriebsseite mit der Abtriebsseite vertauscht ist und umgekehrt. In diesem Lichte sind auch die Begriffe von „Antriebsrotor“ und „Abtriebsrotor“ zu verstehen. Das vorliegende Getriebe besteht grundsätzlich aus
10 drei Teilen, nämlich aus einem Antriebsteil, einem Abtriebsteil und einem feststehenden Teil. Die genannten drei Teile sind räumlich gegeneinander austauschbar und die später in der bevorzugten Ausführungsform beschriebene Ausführung ist ohne Weiteres gegen andere räumlich analoge Ausführungsformen ersetzbar.

5

Bei der Erfindung ist wesentlich, dass sozusagen Kurzschlussstäbe ein- und ausgeschaltet werden, ohne dass die Schaltelemente selbst Strom tragen müssen.

Weil die Wicklungen als Kurzschlusswicklungen (oder auch als Kurzschlussstäbe)
20 angesehen werden können, bedarf es nur relativ klein dimensionierter Schaltelemente, um diese Schaltvorgänge auszuführen. Dies ist ein wesentlicher Unterschied zum Stand der Technik, bei dem hochdimensionierte und relativ teure Schaltelemente benötigt wurden.

25 Das gewünschte Kurzschließen der einzelnen Wicklungen wird hierbei elektronisch bewerkstelligt.

Der Erfindungsgegenstand der vorliegenden Erfindung ergibt sich nicht nur aus dem Gegenstand der einzelnen Patentansprüche, sondern auch aus der Kombination der
30 einzelnen Patentansprüche untereinander.

Alle in den Unterlagen, einschließlich der Zusammenfassung offenbarten Angaben und Merkmale, insbesondere die in den Zeichnungen dargestellte räumliche Ausbildung, werden als erfindungswesentlich beansprucht, soweit sie einzeln oder in
35 Kombination gegenüber dem Stand der Technik neu sind.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand von lediglich einem Ausführungsweg darstellenden Zeichnungen näher erläutert. Hierbei gehen aus den Zeichnungen und

5 ihrer Beschreibung weitere erfindungswesentliche Merkmale und Vorteile der Erfindung hervor.

Es zeigen:

10 Figur 1: schematisiert einen Querschnitt durch ein magnetodynamisches Getriebe nach der Erfindung in seinem prinzipiellen Aufbau;

Figur 2: ein Momentenverlauf eines Poles im Antriebsrotor;

15 Figur 3: einen Momentenverlauf im Abtrieb;

Figur 4: ein Momentenverlauf bei stillstehendem Abtrieb;

Figur 5: Verluste über die Antriebsdrehzahl aufgezeichnet;

20 Figur 6: Darstellung der minimalen und maximalen Wandlungslinie;

Figur 7: Darstellung der phasenverschobenen Polmomente;

25 Figur 8: die Einzel- und Summenwelligkeit als Funktion des Polwinkels;

Figur 9: schematisiert den Aufbau eines Polrades aus einzelnen Polschuhen;

Figur 10: der prinzipielle Aufbau eines Feldkonzentrators;

30 Figur 11: Entstehung einer Kraftwirkung im Abtriebsrotor durch Induktion eines Gegenstromes in Kurzschlussenschleife;

Figur 12: die Wirkungskette nach der Erfindung;

35 Figur 13: das zugehörige Leistungsflussdiagramm;

Figur 14: den prinzipiellen Aufbau eines magnetodynamischen Getriebes;

5 Figur 15: die Darstellung des optimalen Momentes als Funktion der Drehzahl;

Figur 16: den Verbrauch eines Kraftfahrzeuges in Gramm/kWh über die Drehzahl aufgetragen;

10 Figur 17: den Wirkungsgrad bei Vollast über der Kardanwellendrehzahl;

Figur 18: Schnitt durch ein magnetodynamisches Getriebe nach der Erfindung.

5 Die Grundgleichungen der Wechselwirkung zwischen Mechanik, Elektrizität und Magnetismus lauten:

$$M \sim \Theta / w \sim I \quad (1)$$

20 und

$$n \sim d\Phi/dt \sim U \quad (2)$$

Damit gilt:

25

$$P = U * I \sim d\Phi/dt * \Theta / w \sim M * n \quad (3)$$

Die 3 Grundgleichungen sind in beiden Richtungen lesbar und besagen, dass ein
30 beliebiges Produkt $M_1 * n_1$ am Antrieb, und ein Produkt aus $M_2 * n_2$ am Abtrieb den gleichen Wert haben muss.

Damit jedoch eine Drehmomentwandlung stattfinden kann, muss ein solcher Wandler aus drei Grundelementen aufgebaut sein.

35 Analog zum hydraulischen Wandler, mit den Elementen:

Pumpe, Leitapparat und Turbine

5 sind dies in einem magnetischen System die Elemente:

Aktionsrad, Feldkonzentrator und Reaktionsrad.

Um die Wirkungskette im ersten Ansatz verständlicher zu machen, beruht die

10 Darstellung im folgenden auf der Anordnung:

Aktionsrad = Antriebsrotor

Feldkonzentrator = Stator

Reaktionsrad = Abtriebsrotor

Bei einer solchen Anordnung wäre ein rotierendes Teil bewickelt und muss für Anlasser, Booster und Rekuperation mit Energie versorgt werden, bzw. liefert Energie. Der feststehende Teil befindet sich zwischen den Rotoren.

20 Das ist sowohl aus mechanisch konstruktiver als auch aus elektrischer Sicht eine unpraktische Lösung.

Weil jedoch Kraftwirkungen stets Wechselwirkungen sind, ist es grundsätzlich möglich, eine andere Anordnung zu wählen.

25

Der Feldkonzentrator wird drehbar angeordnet und das Reaktionsrad steht fest.

Der Antrieb und der Abtrieb stellen dann ein koaxiales System dar, das von einem feststehenden Teil, das auch sämtliche elektrischen Verbindungen aufweist,

30 umgeben ist.

In der Hydrodynamik wird analog dazu beim Föttingerwandler von der klassischen Anordnung:

35 Pumpe - Leitapparat - Turbine

auch auf die Anordnung:

5 Pumpe - Turbine - Leitapparat

übergegangen.

In Fig. 1 ist ein Querschnitt eines magnetodynamischen Wandlers dargestellt, bei
10 dem ein innen umlaufender Rotor mit Dauermagneten bestückt ist, und bei Drehung
ein vielpoliges, sich mitdrehendes Magnetfeld im umgebenden Raum ausbildet. Dies
ist das Aktionsrad. In der hydrodynamischen Analogie der Pumpe zuzuordnen.

Dieser Rotor ist vom Feldkonzentrator umgeben, das sind feststehende, magnetisch
15 leitfähige, zunächst der Polzahl des Innenrotors entsprechende Polschuhe.

Ein Betrachter von außen wird, beim sich drehenden Innenmotor, nur noch ein
Konzentriertes Wechselfeld erkennen. Die Richtungsinformation aus der
Antriebsseite ist somit „verloren“ gegangen. Das ist eine wichtige Voraussetzung, um
20 eine Kraftabstützung zu erreichen. Funktional ist dies der Feldkonzentrator. In der
hydrodynamischen Analogie, dem Leitapparat gleichzusetzen.

Dieses System ist nun vom Abtriebsrotor, dem Reaktionsrad umgeben. Die Nuten
sind mit Wicklungen versehen, die in diesem Fall als Sechsachgruppierung die
25 gleiche Polzahl aufweisen, wie der Stator. Die Wicklungen können von einer
entsprechenden Elektronik sequentiell kurzgeschlossen werden.

Die Figur 1 zeigt schematisiert, dass in einem feststehenden Gehäuse 1 ein Stator 2
angeordnet ist, der radial einwärts gerichtete Wicklungen 5 aufweist.

30 Radial einwärts des Stators 2 ist durch einen sekundären Luftspalt 12 getrennt ein
Feldkonzentrator 4 (Leitrad) mit gleichmäßig am Umfang verteilten Stäben 9
angeordnet.

35 Radial einwärts vom Feldkonzentrator 4 und durch einen weiteren primären Luftspalt
13 getrennt, ist ein Antriebsrotor 7 angeordnet, der an seinem Umfang gleichmäßig
verteilte und abwechselnd polarisierte Magnete 6 trägt. Der Antriebsrotor 7 ist auf
einem Innenrotor 3 drehfest befestigt.

5 Der Antrieb erfolgt beispielsweise über den Innenrotor 3, der damit das Antriebsdrehmoment über den Antriebsrotor 7 auf den Feldkonzentrator 4 überträgt, der drehfest mit dem Abtrieb verbunden ist.

Im Sinne der vorstehend gegebenen, allgemeinen Beschreibung können jedoch der
10 Antrieb und der Abtrieb auch gegeneinander vertauscht sein.

Ebenso ist es möglich, dass der Feldkonzentrator 4 stillsteht und der Stator 2 umläuft und hierbei als Abtrieb funktioniert.

15 Angenommen, der Abtrieb steht still und die Wicklungen sind alle kurzgeschlossen, wird bei sich drehendem Antrieb das über die Polschuhe in den Abtrieb verlaufende magnetische Wechselfeld, eine Spannung induzieren, die sich wegen des Kurzschlusses jedoch nach außen nicht ausbilden kann. Dafür fließt in den Spulen ein Strom I , der ein magnetisches Feld nach sich zieht.

20 Nach Lenz, ist dieses Reaktionsfeld stets dem Quellenfeld entgegen gerichtet (Lenz'sche Hemmungsregel). In der Wirkung ist dies dasselbe, als ob sich zwei gleiche Magnetpole zu nähern versuchen. Im Antriebsrad entsteht eine Kraft, die das Polrad daran hindern will, mit den Polschuhen zur Deckung zu kommen. Ist der
25 Antrieb in der Lage, die Deckung zu erzwingen, wird nach dem Überlaufen des Deckungspunktes die Kraftwirkung umgekehrt, und der Antrieb darin unterstützt, sich vom Pol des Polschuhs zu entfernen.

Alternativ können auch die Spulen im Reaktionsrad aus dem Feldbereich entfernt
30 werden, deshalb wirken auf die Spulen Reaktionskräfte, die sie aus dem Magnetfeld zu drängen suchen. Solangen alle Spulen kurzgeschlossen sind, wirken in der einen Hälfte die Kräfte linksdrehend, in der anderen Hälfte rechtsdrehend. Werden im Reaktionsrad nicht alle Spulen gleichzeitig kurzgeschlossen, so entsteht im Abtrieb ein Drehmoment. Die Kraft auf den Abtrieb ist dem Betrage nach gleich der Kraft auf den Antrieb. Im Gegensatz zur Kraft auf den Antrieb, ändert sich die Kraftrichtung wegen der selektiven Ansteuerung der Spulen, im Abtrieb nicht.

5 In Figur 2 ist der Momentenverlauf eines Poles im Antriebsrotor dargestellt, unter der idealisierten Annahme, dass der Spulenstrom im Abtrieb verlustfrei generiert werden könnte.

Es ist zu erkennen, dass beim Durchlaufen einer Polteilung ein beträchtliches, 10 sinusförmiges Pendelmoment auftritt, das jedoch in seinem Mittelwert zu Null würde, wenn im System idealerweise keine Leistung verbraucht wird. Das System pendelt also immer zwischen generatorischem und motorischem Betrieb hin und her. In der Praxis muss jedoch der Antrieb die Systemverluste aufbringen. Deshalb ist der Momentenverlauf nicht symmetrisch. Der generatorische Bereich ist länger als der motorische Bereich. Im Mittel resultiert ein Drehmoment, das der Verlustleistung im 15 System entspricht.

Figur 3 veranschaulicht den Momentenverlauf im Abtrieb. Im Abtrieb findet keine 20 Momentenumkehr statt. Es ist jedoch erkennbar, dass die Momentenwellen in Antrieb und Abtrieb vergleichbar groß sind.

Beim Anfahren ist daher mit erheblichen Pendelmomenten im Antrieb und entsprechenden Rüttelmomenten im Abtrieb zu rechnen.

25 Beginnt sich der Abtrieb zu drehen, bewegen sich die kurzgeschlossenen Spulen der Kraftwirkung entsprechend aus dem Polfeld heraus. Die Polüberdeckung wird kleiner und damit auch der die Spulen durchsetzende magnetische Fluss. Im Zusammenhang des zeitlichen Ablaufs bedeutet dies eine Flussänderung - $d\Phi/dt$. Dadurch wird I und damit auch die Reaktionskraft kleiner. Der Antrieb muss schneller 30 laufen, damit das $d\Phi/dt$ kompensiert wird.

In Figur 4 ist der Momentenverlauf bei stillstehendem Abtrieb über der Antriebsdrehzahl dargestellt. Eine bei Maximallast und zum Vergleich für das Teillastverhalten bei ein achtel Last. Dieser Verlauf ist vergleichbar mit den Kipplinien 35 von Asynchronmotoren.

5 Die Kurven stellen in Ihrem Verlauf rechts neben dem Maximalwert die Wandlungslinien dar. Alle Drehzahl- und Momentenpaare, die auf diesen Linien liegen, sind ineinander umwandelbar.

Bei 805 1/min liegt der Schnittpunkt mit der Wandlungslinie für Teillast (rote Linie) bei
 10 4,4 Nm. Mit dieser Antriebsleistung, kann bei 24 1/min Abtriebsdrehzahl ein
 Abtriebsmoment von 69 Nm erreicht werden.

Bei einer Erhöhung der Motordrehzahl auf 827 1/min liegt der Schnittpunkt mit der
 15 Wandlungslinie für Volllast (schwarze Linie) bei 33 Nm. Mit dieser Antriebsleistung
 kann bei 24 1/min Abtriebsdrehzahl ein Abtriebsmoment von 556 Nm erreicht
 werden.

Mit der Regelung der Erregung in den Spulen, bewirkt durch Verschiebung der
 20 Kommutationspunkte in Relation zu den Polen des Feldkonzentrators, kann jede
 Wandlungslinie von 0 bis M_{max} angefahren werden.

Die Wandlungslinie für M_{max} ist bezogen auf die Verluste der „worst case“ für einen
 MDW. Die dabei entstehenden Verluste über der Antriebsdrehzahl sind in Fig. 5
 aufgezeigt.

25 Entscheidend im Vergleich zu den Anfahrverlusten in einem hydraulischen Wandler
 sind die Verluste im MDW wesentlich kleiner. Figur 5 zeigt den Verlauf der Verluste
 bei blockiertem Abtrieb (Festbremsfunktion).

30 Die dargestellten Verluste entstehen zu 88 % im Reaktionsrad, durch Stromwärme
 in den Reaktionswicklungen und im Steller.

Nach Grundgleichung (1) ist

$$M \sim I$$

35 und somit

$$P_v \sim M^2$$

5 Die Verlustleistung lässt sich somit für andere Momente berechnen nach:

$$P_v = (M / 580)^2 * 3000 [W]$$

10 Da bei vergleichbarem Volumen zu einem hydraulischen Wandler die Verlustleistung beim Anfahren im MDW nur ca. 1/5 ist, sind alle Fahrprofile problemloser zu bewältigen, als bei einem Wandlergetriebe.

Es ist sogar denkbar, die gesamte Einheit mit Konvektionskühlung zu betreiben.

15 Damit erübrigen sich jegliche Präventionen gegen Störungen in einem Zwangskühlsystem. Effekte wie Nachheizen durch den Auspuff, sind konstruktions- und einbaubedingt und lassen sich wohl erst nach eingehenden „Package-Studien“ definitiv beantworten. Es sei jedoch festgehalten, dass die thermisch kritischen Bauelemente wie Elektrolyt-Kondensatoren in der Steuerung, Magnete, Transistoren
20 auch heute schon in Steuerungen vorhanden sind, die sich in Motornähe befinden, ohne dass unzumutbare Ausfälle zu verzeichnen wären.

In Figur 6 sind die minimale und die maximale Wandlungslinie dargestellt, mit eingeblender Betriebsführungsleitung für optimalen Verbrauch, und zum Vergleich die Leistungshyperbel 37 kW. Es ist erkennbar, dass die maximale Wandlungslinie faktisch mit der Leistungshyperbel zusammenfällt, die verbleibende Abweichung erklärt sich durch die unvermeidbaren Verluste.

Alle Wandlungslinien, vom Stillstand im Leerlauf, -der sich wie beim Handschaltgetriebe auch ohne Restschub darstellen lässt-, bis zur Maximallinie, sind Linien konstanter Leistung:

Beginnt sich der Abtrieb zu drehen, verschiebt sich die Wandlungslinie soweit nach rechts, bis die Grenzleistung der Antriebsmaschine, abzüglich der Eigenverluste des Wandlers erfüllt ist. Dabei verschiebt sich deren Schnittpunkt stetig nach rechts zu höheren Drehzahlen hin.

5 Momentenripple und Geräusch

Wie bereits in den Figuren 2 und 3 erläutert sind die An- und Abtriebsmomente von starken Welligkeiten begleitet. Dies ist für die praktische Anwendung jedoch nicht tragbar.

10

Eine Lösung ergibt sich dadurch, dass die Polzahl von An- und Abtriebsrotor um 2 verschieden ist.

Der Antriebsrotor ist 22-polig und der Abtriebsrotor ist 24-polig. Durch diese Maßnahme treten die Momentenwellen nicht in allen Polen in der gleichen Phasenlage auf, sondern bezogen auf einen Umlauf um 1/13 versetzt. Daraus ergibt sich ein prinzipiell völlig rüttelfreier Momentenverlauf, sowohl im Antrieb, als auch im Stator. Die verbleibenden Geräusche sind hier wie dort dadurch zu begründen, dass an den Pol- und Nutzwischenräumen eine Diskontinuität der Luftspaltfelder unvermeidlich ist. Es ist somit zu erwarten, dass die Vibrationen und dadurch verursachte Geräusche denen üblicher Elektromaschinen entsprechen.

In den Figuren 7 und 8 sind für Antrieb und Abtrieb die phasenverschobenen Polmomente und deren Addition dargestellt. Der Übersichtlichkeit halber ist nur jeder zweite Kurvenzug dargestellt. Für das Summenmoment sind jedoch alle Polmomente mit deren Augenblickswerten berücksichtigt.

Eine Überlegung, den MDW auch als Kompensator für den Momentenripple des VM zu nutzen, könnte deshalb schwierig werden, da auf Grund des sich selbst kompensierenden MDW - Ripple, ein Gegenripple künstlich erzeugt werden muss.

Außerdem erscheint es sinnvoller, solche Schwingungen direkt an den Kurbeln, und nicht zentral am „Schwungrad“ zu kompensieren, da auf diese Weise die Torsion der Kurbelwelle nicht vermieden sondern eher verstärkt wird.

5 Erzeugung der Generatorerregung, Aktionsrad

In Bezug auf die Verluste ist es am sinnvollsten, das Generatorpolrad permanent zu erregen.

10 Die übliche Verfahrensweise, auf die Polschuhe eines Polrades gekrümmte Magnete aufzukleben, ist in dieser Anwendung ungeeignet. Um die gewünscht hohe Drehmomentdichte zu erreichen, ist der mit Kappenmagneten erreichbare Fluss zu klein.

15 Es bietet sich an, gem. Figur 9 das Polrad (Antriebsrotor 7) aus einzelnen Polschuhen 10 herzustellen. Zwischen den Polschuhen 10 entstehen dann radiale Schlitze, in die hochkant Plattenmagnete 6 eingeschoben werden.

20 Die Einzelpolschuhe 10 sind mechanisch nicht miteinander verbunden, deshalb werden an einem Innenrohr 3 seitliche Tragscheiben aus nichtmagnetischem Werkstoff mit den Polschuhen 10 fest vernietet.

25 Zur Vermeidung von tonnenförmigen Verformungen der Polschuhe 10 wird bei langen Läufern alle 40 mm eine gleichartige Zwischenscheibe mit eingenietet. Im POC-Polrad mit einer Länge von 120 mm sind zwei Zwischenscheiben erforderlich.

30 In Figur 9 ist dargestellt, dass die Permanentmagnete 6 dünne scheibenförmige Körper sind, die radial auswärtsgerichtet sind. Zwischen diesen Magneten 6 sind magnetische Polschuhe 10 ausgebildet, die aus einem magnetisch leitfähigem Material bestehen. Ein solches Material kann z. B. ein Eisenmaterial oder ein geblechtes Eisenmaterial sein. Der Polraddurchmesser ist auf 245 mm festgelegt.

35 Bei der POC-Maschine soll auf eine Feldverstellmöglichkeit im Rotor verzichtet werden, da die Anordnung dadurch erheblich einfacher werden kann. Die Leerlaufabsenkung wird über den Reaktionsradsteller bewirkt.

5 **Feldkonzentrator, Abtrieb**

Figur 10 zeigt den Aufbau des Feldkonzentrators 4. Er ist für Generator und Motor gemeinsam und besteht aus geblechten Polen 22, die eine um 2 größere Anzahl der Polzahl aufweisen, als die des Polrades. In der POC-Ausführung ist die Polzahl 24.

10

Der Feldkonzentrator besteht aus 24 Kreissegmenten, die wie beim Polrad mit einer Tragstruktur aus nichtmagnetischem Werkstoff gefertigt sind.

15 Da im Feldkonzentrator 4 kein Rückenschluss vorhanden sein muss, ist die Polhöhe so zu gestalten, dass die Kräfte übertragbar sind. Die Segmente haben eine Dicke von 12,5 mm, so dass der Innendurchmesser des fertig montierten Rades 246 mm und der Außendurchmesser 271 mm ist. Bei der reinen Wandleranordnung ist der Stator ohne Spulen, die umschlossen werden müssen.

20 Wenn das Antriebspolrad (Antriebsrotor 7) unter dem Stator 2 gedreht wird, entsteht im Sekundärluftspalt 12 ein Wechselfeld mit einer Frequenz, die dem Produkt aus Antriebsdrehzahl je Sekunde und Polpaarzahl entspricht. Das Feld im Abtriebsrotor (Stator2) entspricht dann dem Feld im Sekundärluftspalt 12. Ein solches Einphasenwechselfeld ist Ausgangsbedingung für den in Figur 12 dargestellten

25 DERI-Motor.

Reaktionsrad, Stator

30 In Figur 11 ist dargestellt, wie sich eine Kraft im Abtriebsrotor ergibt, wenn das vom Abtriebsrotor erzeugte Gegenfeld das Luftspaltfeld verdrängt und schwächt. In den Kurzschluss schleifen fließt ein Strom I , der wie B , von Θ des Antriebspolrads abhängt und ein Drehmoment im Abtrieb bildet.

35

$$M \sim I * B \quad \Theta \sim \Theta^2 \quad (4)$$

Bewegt sich der Abtriebsrotor im Sinne des entwickelten Drehmoments, entspricht dies einer Änderung der Polüberschneidungsfläche, also einer zeitlichen Änderung

5 des Gegenfeldes. Das bedeutet eine Spannung, vergleichbar der Gegen-EMK in normalen Maschinen. Nach Gl. (3) ergibt dies in Verbindung mit Θ eine Leistung.

Es wird magnetische Energie in mechanische Energie umgewandelt. Die durch die Feldverzerrung gem. Figur 11 resultierende Feldschwächung bedeutet, dass die 10 damit verbundene Energiedifferenz vom Polrad bereitgestellt werden muss, was einer Kraft im hemmenden Sinne auf das Antriebspolrad entspricht.

Weil das Feld stets über die Feldkonzentratorpole verläuft, besteht eine Interaktion 15 immer nur zwischen diesem und dem jeweiligen Rotor. Das bedeutet, dass sich in beiden Luftspalten unterschiedliche Kräfte aufbauen können. Einzige Bedingung ist die Erfüllung der Energiegleichung.

Wie bereits erläutert, bedarf es im Abtriebsläufer einer Steuerung des sequentiellen Fortschaltens der kurzgeschlossenen Leiterschleifen.

20

$$T = 360/6 + tn \text{ } ^\circ \quad (5)$$

Der Steller ist modular und besteht pro Strang aus 4 Transistoren in H-Schaltung und einem Hallsensor, der die räumliche Stellung des Spulenstrangs zu den 25 Feldkonzentratorpolen detektiert.

Diese Module müssen folgende Betriebsmodi zulassen:

Im Modus „Neutral“ sind alle Leiterschleifen dauernd kurzgeschlossen, so dass in 30 diesem Modus eine unabhängig von anderen Zuständen, momentenfreie Stellung erreicht wird.

Im Modus „Fahren“ sind drei der sechs Stränge kurzgeschlossen. Die Auswahl der 35 beiden Gruppen bestimmt die Fahrtrichtung. Die Verschiebung von Einschaltwinkel und Ausschaltwinkel bestimmt das Drehmoment.

5 Im Modus „Summe“ werden die aktivierte Spulensträngen mit einem PWM-Signal so angesteuert, dass der Spulenstrom angehoben werden kann. Damit können die Funktionen „Starter“ und „Booster“ realisiert werden.

10 Im Modus „Differenz“ werden die aktivierte Spulensträngen mit einem PWM-Signal so angesteuert, dass der Spulenstrom abgesenkt werden kann. Damit können die Funktionen „Generator“ für Bordnetz oder „Nutzbremsung“ realisiert werden.

15 Wird der Steller bei laufender Antriebsmaschine mit deren Frequenz synchronisiert, kann durch gleich- oder gegenphasige Spannung in der Wicklung Energie zugesetzt oder entnommen werden.

Durch diesen modularen Aufbau wird eine gewisse Redundanz erreicht, da bei Ausfall eines der Strangsysteme nur dieser eine Strang nicht mehr zum Drehmoment beiträgt, so dass 5/6 der Leistung noch zur Verfügung stehen.

20

Serieller Magnetodynamischer Wandler

In Figur 12 ist eine Wirkungskette mit dem zugehörigen Leistungsflussdiagramm
25 nach Figur 13 für einen seriellen magnetodynamischen Wandler dargestellt.

Ohne Zweifel lässt sich erkennen, dass mit einem solchen System Wirkungsgrade erzielbar sind, die an diejenigen von Schaltgetrieben heranreichen. Begründet ist dies in erster Linie durch das Fehlen jeglicher Spulen und Steuerungen im
30 Hauptstrompfad.

Außer für das Steuergerät für das MDW-Management ist keine externe Energiequelle erforderlich.

35 Des weiteren sind durch die erheblich geringeren Eisenmassen die Maschinen trotz serieller Betriebsart nicht größer als bei einem EIVT gleicher Durchsatzleistung.

5 Für ein Antriebsdrehmoment von 80 Nm und ein Abtriebsdrehmoment von 580 Nm, ließe sich eine solche Maschine mit den Maßen: $D = 335 \text{ mm}$ und $L = 150 \text{ mm}$ realisieren.

Dabei sind Luftspaltdurchmesser von 245 mm und 271 mm bei einer Eisenlänge von
10 110 mm erforderlich.

Die Anordnung kann erheblich kleiner werden, wenn im Abtrieb das Moment unter Drehzahlsteigerung verkleinert und anschließend in einem Getriebe wieder angehoben wird. Damit ist auch ein Wellenversatz (Frontantrieb) möglich.

15 In Figur 14 ist ein prinzipieller Aufbau eines erfindungsgemäßen magnetodynamischen Getriebes dargestellt.

Unter Berücksichtigung des prinzipiellen Aufbaus in Figur 1 sind dort die einzelnen
20 Teile in konstruktiver Ausführung dargestellt.

Eine Antriebswelle 14 ist drehfest mit einer Tragscheibe 16 verbunden, die ihrerseits drehfest mit dem Antriebsrotor 7 verbunden ist.

25 Der Antriebsrotor 7 trägt – gemäß der Darstellung in Figur 1 – am Umfang verteilt angeordnete Magnete 6, die in der Zeichnung nicht sichtbar sind, weil der Schnitt durch die gebleachten Eisenpakete zwischen den Magneten 6 verläuft. Radial auswärts wird ein Primärluftspalt 13 zu einem äußeren umlaufenden Feldkonzentrator 4 gebildet. Dieser ist als topfförmiges Teil in Lagern 18 auf der
30 Antriebswelle 14 gelagert.

Radial auswärts des Feldkonzentrators 4 ist der Sekundärluftspalt 12 angeordnet, dem sich radial auswärts der Stator 2 anschließt.

35 Der Stator 2 ist als topfförmiges Gehäuse mit einem Eisenteil ausgebildet. Er ist fest mit dem Gehäuse 1 verbunden, wobei die Abtriebswelle 15 über Lager 17 an dem feststehenden Gehäuse 1 gelagert ist.

5 Steuerstrategie

Bei hydraulischen und handgeschalteten Getrieben ist es in der Regel ausreichend, mit dem Fahrpedal nur den VM (Verbrennungsmaschine) zu steuern.

10 Bei stufenlosen Wandlern ist dies nicht mehr sinnvoll, da nicht nur die Geschwindigkeitsanpassung, sondern auch die Verbrauchsoptimierung im Vordergrund stehen.

15 Wie vorher dargestellt, sind alle Wandlungslinien faktisch die zugehörigen Leistungshyperbeln. Wird der Fahrerwunsch zunächst in der MDW-Steuerung verarbeitet wird die, der Fahrpedalstellung zugeordnete, Wandlungslinie durch den Steller angestrebt. Der Motorsteuerung wird dann der zum Motorkennfeld passende Sollwert vorgegeben, so dass sich ein Schnittpunkt des Motorbetriebspunkts mit der Wandlungslinie ergibt. Die sich dabei einstellende Übersetzung ist damit stets der 20 Motorleistung äquivalent.

Bei Verzögerung kann ein Schubmoment vorgegeben werden, das rekuperativ die Energie ins Bordnetz transferiert. Der VM wird dadurch vom Schubbetrieb entlastet. Die Aufnahmefähigkeit eines 42 V Bordnetzes ist für die Schubleistung ausreichend.

25 Bei 12 V müsste der Schubbetrieb entweder eingeschränkt werden oder kontrolliert an den VM abgeführt werden.

Umgekehrt kann die Abtriebsleistung im Boost-Betrieb, durch Einspeisung aus dem Bordnetz über die maximale VM-Leistung hinaus, zumindest im Rahmen der 30 Ergiebigkeit des Netzes erhöht werden.

Im Normalbetrieb ist die Kommutation mit dem Abtrieb (in dem Fall dem Feldkozentrator) synchron. Durch gezielte Verstellung der Kommutation um den Wert $f/p_1 + f/p_2$ kann der VM sowohl bei stehendem Fahrzeug, allerdings mit gesperrtem 35 Abtrieb, als auch bei fahrendem Fahrzeug gestartet werden. Die erreichbaren Startmomente entsprechen dem Abtriebsmoment.

5 Die Abtriebsperrung bei stehendem Fahrzeug ist sinnvoll, da beim Startvorgang Rüttelmomente auf den Abtrieb übertragen werden, die aus dem Felddurchgriff ableitbar sind. Dreht sich der Abtrieb, werden diese durch die Massenträgheit geglättet. (Schubabschaltung).

10

Fahrdynamik

15 Für den POC wurde eine Simulation durchgeführt, um die Anfahrbeschleunigung und Elastizität zu demonstrieren. Dabei wurde ein Fahrzeug in der Klasse des Lupo angenommen und ein Motorkennfeld, ähnlich dem des M43 mit reduzierter Leistung erarbeitet. Aus diesem wurde die optimale Betriebsführungsline extrahiert. In Figur 15 ist die Betriebsführungsline und in Figur 16 der korrespondierende spezifische Verbrauch in g/kWh dargestellt.

20 Bei jeder Fahrbewegung adaptiert der MDW diese Betriebsführungsline und stellt die für den augenblicklichen Fahrzustand, die dem Fahrerwunsch entsprechende Wandlung dar.

25 In Figur 17 ist der Wirkungsgrad bei Vollast über der Kardanwellendrehzahl in betriebswarmem Zustand errechnet.

Mit diesen Werten ist ein Vergleich mit einem Schaltgetriebe jederzeit möglich.

30 Eine Simulation der Beschleunigungszeiten ergibt Radzugkräfte von 7,9 kN im Anfahrbereich, dies ist vermutlich mehr, als von einem Fahrzeug der Lupoklasse überhaupt auf die Räder gebracht werden kann.

35 Die Adhäsionsgrenze wird erst bei einer Geschwindigkeit von 30,5 kmh unterschritten, vorher muss ein Schleuderschutz wirksam sein.

In Figur 18 sind weitere Einzelheiten eines magnetodynamischen Getriebes nach der Erfindung dargestellt. Es gelten die gleichen Erläuterungen zu den gleichen Bezugszeichen, wie sie vorstehend erwähnt wurden.

5 Die Antriebswelle 14 ist als Kurbelwelle ausgebildet, deren Stumpf über Schrauben drehfest mit einem Flanschteil 26 verbunden ist, welches seinerseits den Antriebsrotor 7 trägt.

An der Innenseite des Lagerflansches sind hierbei einander gegenüberliegende
10 Halteringe 23, 24 angeschraubt, welche radial auswärts die geblechten und genieteten magnetischen Polschuhe 10 tragen. Zwischen diesen Polschuhen 10 sind gemäß der Figur 1 die Permanentmagnete 6 eingebettet und im Schnitt der Figur 18 nicht dargestellt.

15 Radial auswärts des Antriebsrotors 7 schließt sich der Primärluftspalt 13 an, und gegenüber diesem liegend ist der Feldkonzentrator 4 angeordnet. Dieser besteht im Wesentlichen aus einem hülsenförmigen Ringteil 22 aus Eisen, welches an einem Stützring 27 befestigt ist.

20 Der Feldkonzentrator 4 ist mit einer Abtriebsflanschwelle 28 verbunden, welche ein einziges Teil mit der Abtriebswelle 15 bildet. Diese ist über die Lager 17 in dem Gehäuse 1 drehbar gelagert. Das Gehäuse 1 wird hierbei am Motorflansch drehfest befestigt.

25 Radial auswärts des Feldkonzentrators 4 ist der Sekundärluftspalt 12 angeordnet, an den radial auswärts sich wiederum das Blechpaket des Stators 2 anschließt.

Das Blechpaket ist mit 20 bezeichnet und trägt eine radial ausliegende Kühlbüchse 21 mit entsprechenden Kühlkanälen. Diese Kühlkanäle sind von einem Kühlmedium
30 durchflossen.

Der Stator 2 ist hierbei zwischen Lagerscheiben aufgenommen und mittels axial gerichteter Schrauben zwischen den Lagerdeckeln 29 verschraubt.

35 Zur Klarstellung wird noch angefügt, dass das Lager 17 auf der linken Seite die Lagerung der Abtriebswelle am Gehäuse 1 bildet, während das Lager 17a auf der rechten Seite die Lagerung der Abtriebsflanschwelle 28 auf der Kurbelwelle (Antriebswelle 14) bildet.

5 Der Stator 2 weist einen Wickelkopf 19 auf, der eine Wicklung beaufschlagt, die in der Nut 30 des Blechpaketes 20 sitzt.

Das Übersetzungsverhältnis zwischen der Antriebswelle 14 und der Abtriebswelle 15 wird nun dergestalt geregelt, dass die Drehzahl der Abtriebswelle 15 durch einen 10 entsprechenden Drehsensor erfasst wird, der z. B. an der Abtriebsflanschwelle 28 angeordnet ist, über eine Elektronik, die mit den Wicklungsanschlüssen am Wicklungsanschluss 25 verbunden ist, werden nun Kurzschlüsse in den einzelnen Wicklungen des Wicklungskopfes entsprechend dem gewünschten Übersetzungsverhältnis zwischen dem Antrieb und dem Abtrieb eingeleitet.

15 Hierzu ist das Prinzipschaltbild nach Figur 19 und 20 zur weiteren Erläuterung beigefügt.

Es ist nicht nur eine Unter- oder Übersetzung mit dem erfindungsgemäßen Getriebe 20 möglich, sondern auch eine Richtungsumkehr. Es kann der Feldwinkel zwischen dem Feldkonzentrator und dem Stator voreilend oder nacheilend eingestellt werden, was dementsprechend mit einer Richtungsumkehr verbunden ist.

Wichtig ist also, dass man mit dem erfindungsgemäßen Getriebe vorwärts und 25 rückwärts fahren kann, was mit herkömmlichen Getrieben nicht möglich ist.

In einer Weiterbildung der vorliegenden Erfindung ist es vorgesehen, dass der in den Kurzschlusswicklungen induzierte Strom nun genutzt werden kann, um 30 beispielsweise eine Batterie zu laden. Das erfindungsgemäße Getriebe kann dementsprechend auch als Generator arbeiten.

Aufgrund des hohen Drehmomentes, welches mit diesem Getriebe erzeugt werden kann, kann dieses Getriebe auch als Anlassermotor für die Verbrennungskraftmaschine verwendet werden. Außerdem ersetzt das 35 erfindungsgemäße magnetodynamische Getriebe auch ein herkömmliches Schwungrad im Kraftfahrzeug.

5 Durch die Steuerungselektronik kann eine entsprechende Fahrstrategie vorgegeben werden, die dafür sorgt, dass der antreibende Verbrennungsmotor stets in einem Verbrauchsoptimum arbeitet.

10 Ebenso kann im Bremsbetrieb des Kraftfahrzeugs die Bremsenergie über das erfindungsgemäße Getriebe in elektrischen Strom zurückgewonnen werden.

Durch eine Zuspeisung aus der Batterie kann bei Beschleunigungsvorgängen des Verbrennungsmotors ein zusätzliches Drehmoment von Seiten des magnetodynamischen Getriebes auf den Abtrieb des Verbrennungsmotors aufgebracht werden. Dies entspricht einer Boost-Funktion.

15

Zeichnungslegende

- 1 Gehäuse
- 2 Stator
- 3 Innenrohr
- 10 4 Feldkonzentrator
- 5 Wicklungenuten
- 6 Magnet
- 7 Antriebsrotor
- 8
- 15 9 Stäben
- 10 magnetische Polschuhe
- 11 Polspalt
- 12 Sekundärluftspalt
- 13 Primärluftspalt
- 20 14 Antriebswelle
- 15 Abtriebswelle
- 16 Tragscheibe
- 17 Lager 17a
- 18 Lager
- 25 19 Wickelkopf (Stator)
- 20 Blechpaket
- 21 Kühlbüchse
- 22 Ringteil (Eisen)
- 23 Halterung
- 30 24 Halterung
- 25 Wicklungsanschluss
- 26 Flanschteil
- 27 Stützring
- 28 Abtriebsflanschwelle
- 35 29 Lagendeckel
- 30 Nut

Patentansprüche

1. Stufenlos schaltbares, magnetodynamisches Getriebe mit einem von einer Antriebsquelle drehangetriebenen Antriebsrotor (7), der mit gleichmäßig am Umfang verteilt angeordneten Magneten (6) bestückt ist und bei Drehung ein vielpoliges, sich mitdrehendes Magnetfeld im umgebenden Raum ausbildet, der radial auswärts durch einen primären Luftspalt (13) von einem koaxialen Feldkonzentrator (4) umgeben ist, der feststehende, magnetisch leitfähige Polschuhe ausbildet, welcher über einen sekundären Luftspalt (12) getrennt von einem koaxialen Stator (2) umgeben ist, dessen Nuten (5) Wicklungen tragen, die sequentiell kurzschließbar sind.
2. Getriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Wicklungen des Stators (2) gruppenweise sequentiell kurzschließbar sind, und die Anzahl der zusammen geschalteten Gruppen von Wicklungen der Anzahl der Polschuhe des Antriebsrotors (7) entspricht.
3. Getriebe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Polzahl von Antriebsrotor (7) und Abtriebsrotor (Stator 2) um 2 verschieden ist.
4. Getriebe nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Polzahl des Antriebsrotors (7) 22-polig und die des Abtriebsrotors (Stator 2) 24-polig ist.
5. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Feldkonzentrator (4) als Polrad ausgebildet ist und die einzelnen Polschuhe aus radial gerichteten Permanentmagneten (6) bestehen, zwischen denen gleichmäßig am Umfang verteilt ein magnetisch leitfähiges Material angeordnet ist.
6. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass im Stator (2) einer Steuerung des sequentiellen Fortschaltens der kurzgeschlossenen Leiterschleifen nach der Formel



5

$$T = 360/6 + tn \text{ } ^\circ \quad (5)$$

stattfindet und dass der Steller modular ausgebildet ist und pro Strang aus 4 Transistorren in H-Schaltung und einem Hallsensor besteht, der die räumliche 10 Stellung des Spulenstrangs zu den Feldkonzentratorpolen detektiert.

7. Verfahren zum Betrieb eines magnetodynamischen Getriebes nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Wandler mit mindestens einem oder mehreren der folgenden Betriebsmodi arbeitet:

15

7.1 Im Modus „Neutral“ sind alle Leiterschleifen dauernd kurzgeschlossen, so dass in diesem Modus eine unabhängig von anderen Zuständen, momentenfreie Stellung erreicht wird.

20 7.2 Im Modus „Fahren“ sind drei der sechs Stränge kurzgeschlossen. Die Auswahl der beiden Gruppen bestimmt die Fahrtrichtung. Die Verschiebung von Einschaltwinkel und Ausschaltwinkel bestimmt das Drehmoment.

25 7.3 Im Modus „Summe“ werden die aktivierte Spulensträngen mit einem PWM-Signal so angesteuert, dass der Spulenstrom angehoben werden kann. Damit können die Funktionen „Starter“ und „Booster“ realisiert werden.

30 7.4 Im Modus „Differenz“ werden die aktivierte Spulensträngen mit einem PWM-Signal so angesteuert, dass der Spulenstrom abgesenkt werden kann. Damit können die Funktionen „Generator“ für Bordnetz oder „Nutzbremsung“ realisiert werden.

35 8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Steller bei laufender Antriebsmaschine mit deren Frequenz synchronisiert wird und hierdurch bei gleich- oder gegenphasiger Spannung in der Wicklung Energie zugesetzt oder entnommen wird.

Zusammenfassung

Stufenlos schaltbares, magnetodynamisches Getriebe mit einem von einer Antriebsquelle drehangetriebenen Antriebsrotor, der mit gleichmäßig am Umfang verteilt angeordneten Magneten bestückt ist und bei Drehung ein vielpoliges, sich 10 mitdrehendes Magnetfeld im umgebenden Raum ausbildet, der radial auswärts durch einen primären Luftspalt von einem koaxialen Feldkonzentrator umgeben ist, der feststehende, magnetisch leitfähige Polschuhe ausbildet, welcher über einen sekundären Luftspalt getrennt von einem koaxialen Stator umgeben ist, dessen Nuten Wicklungen tragen, die sequentiell kurzschließbar sind.

1/12

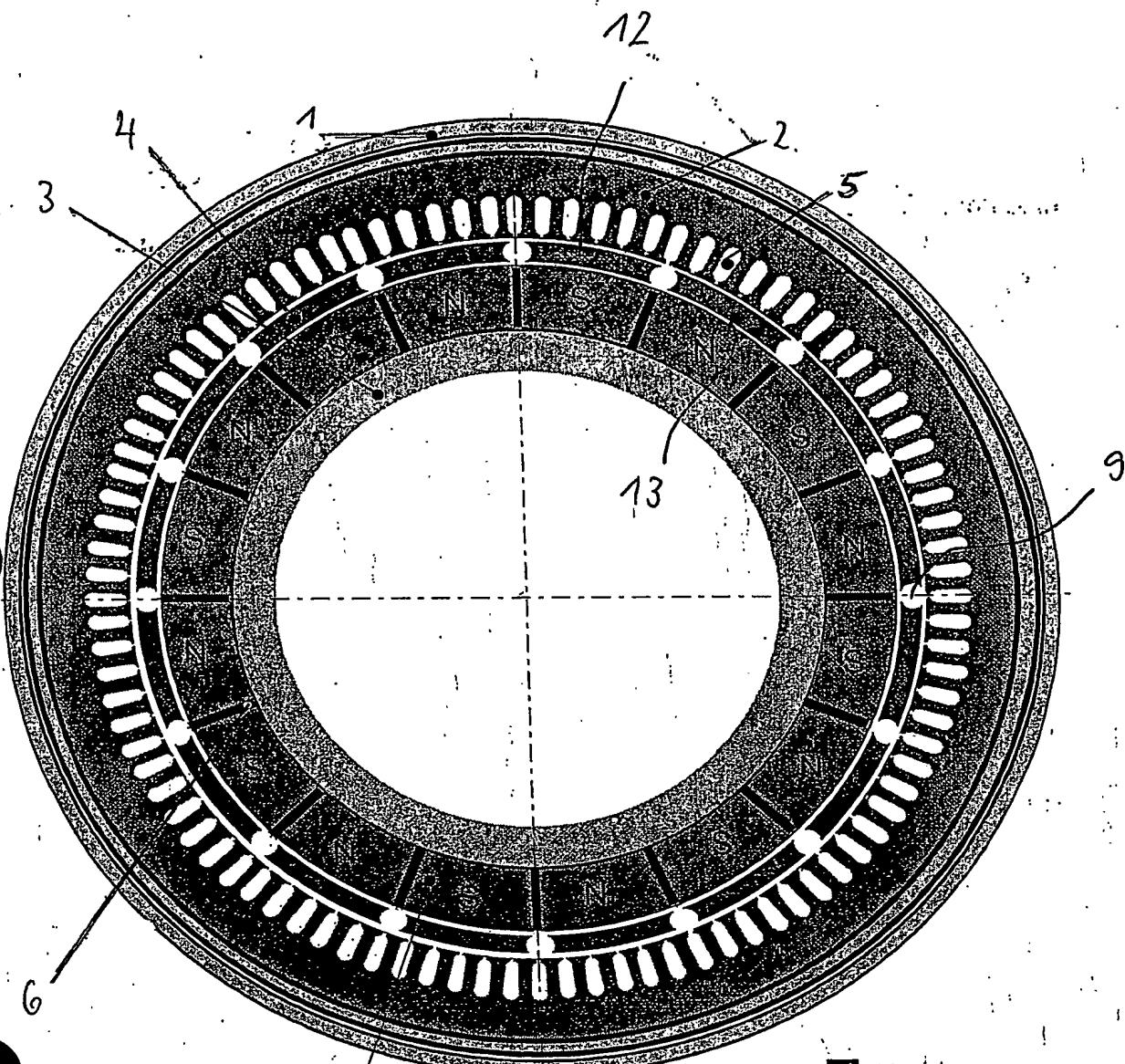


Fig. 1

eingereicht am 19. Nov. 2003

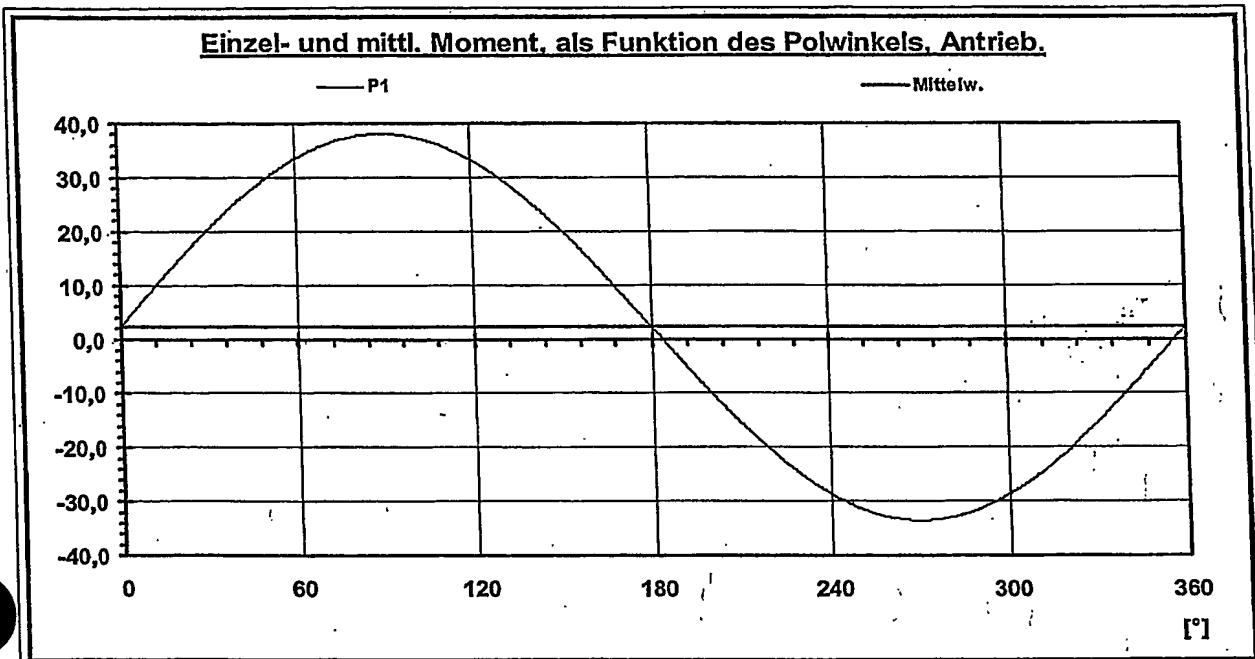


Fig. 2

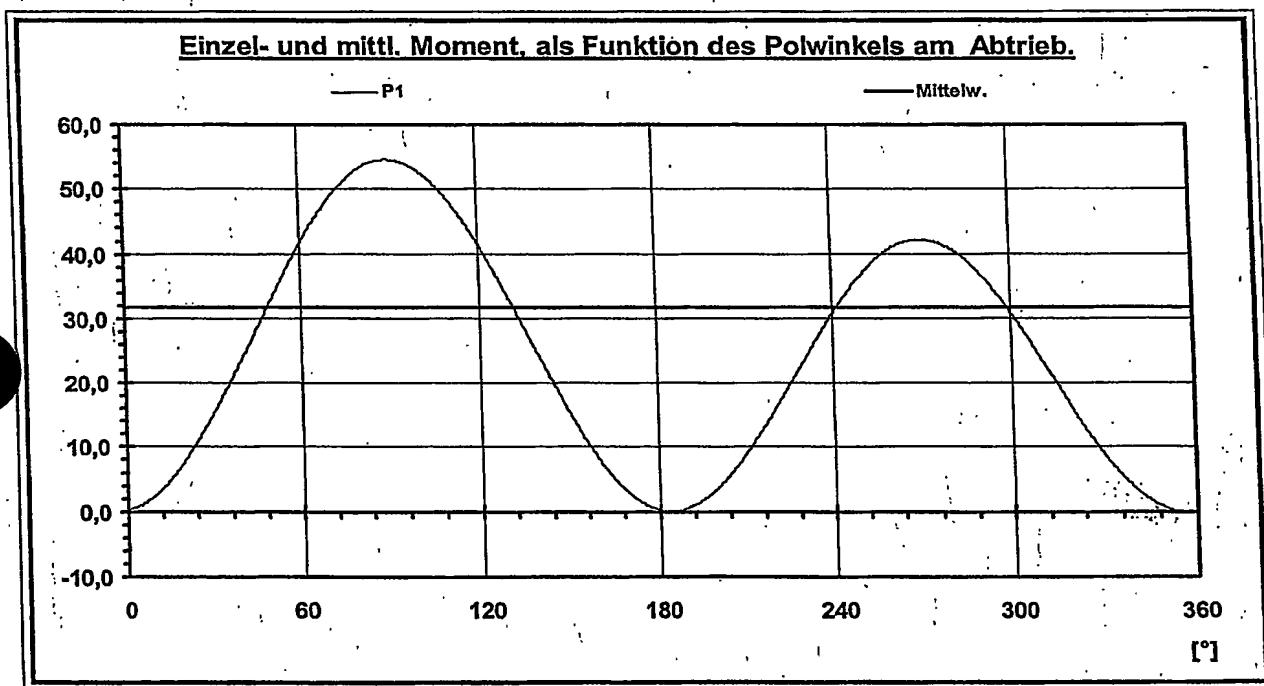


Fig. 3

eingereicht am 19. Nov. 2003

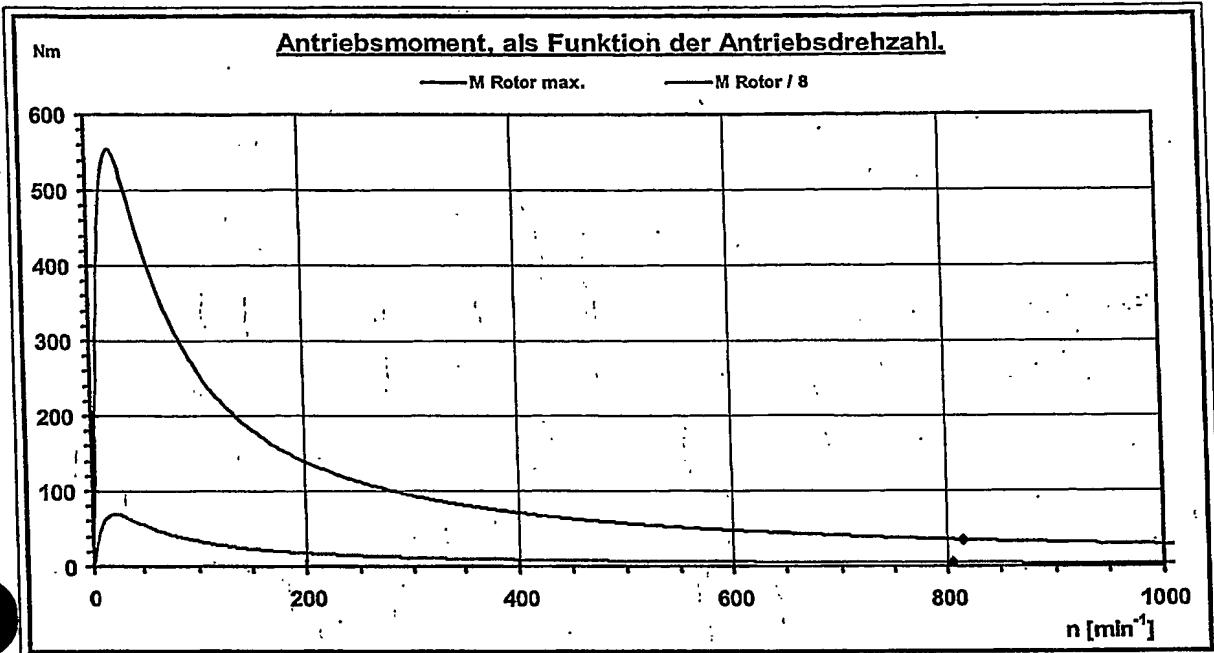


Fig. 4

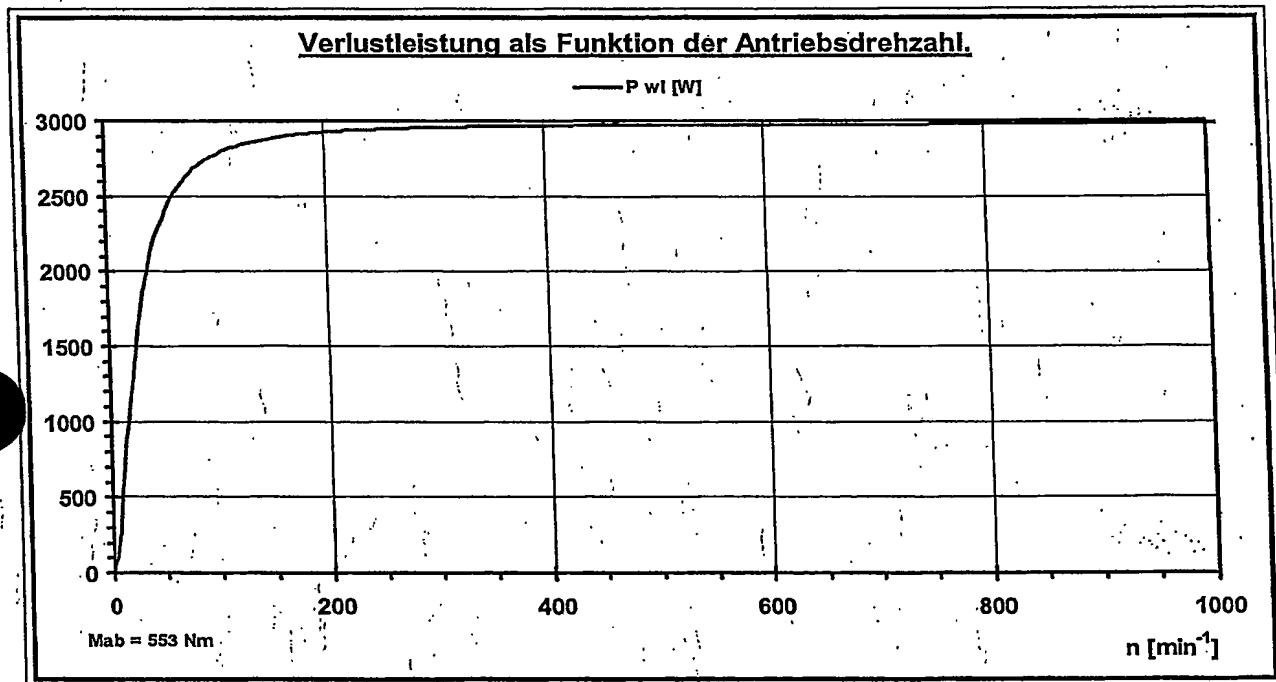


Fig. 5

eingereicht am 19. Nov. 2003

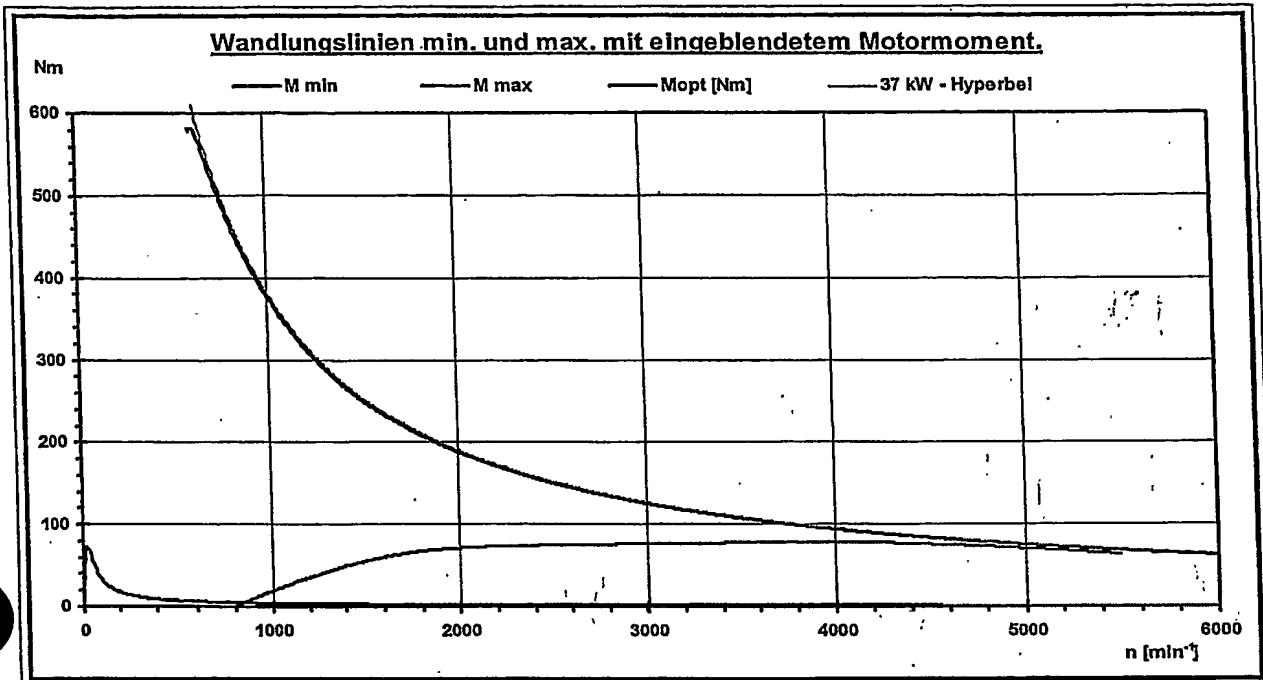


Fig. 6

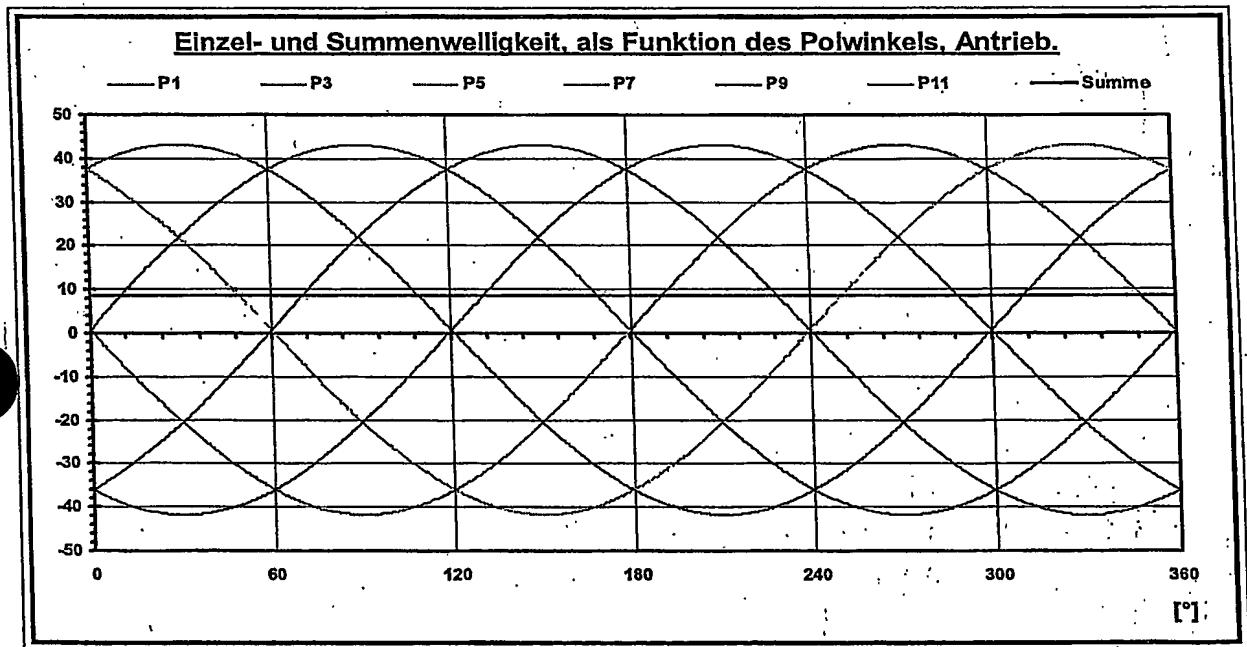


Fig. 7

eingereicht am 19. Nov. 2003

5 / 12

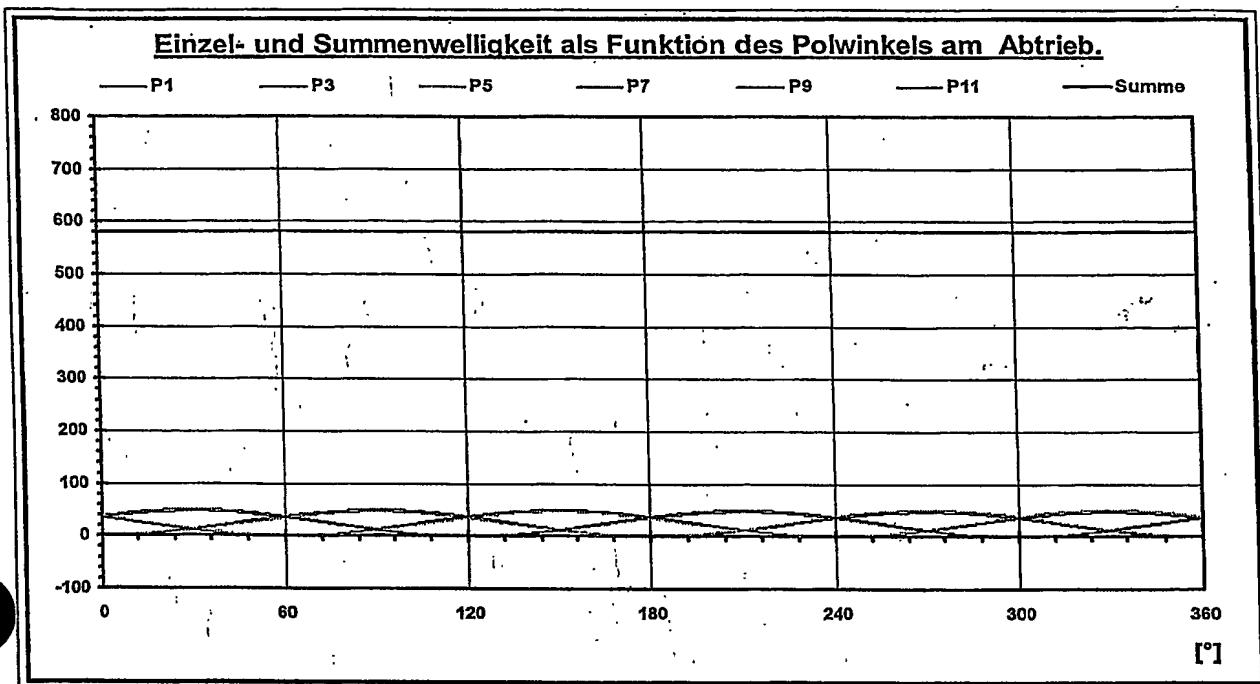


Fig. 8

eingereicht am 19. Nov. 2003

6/12

Tragstruktur entfernt

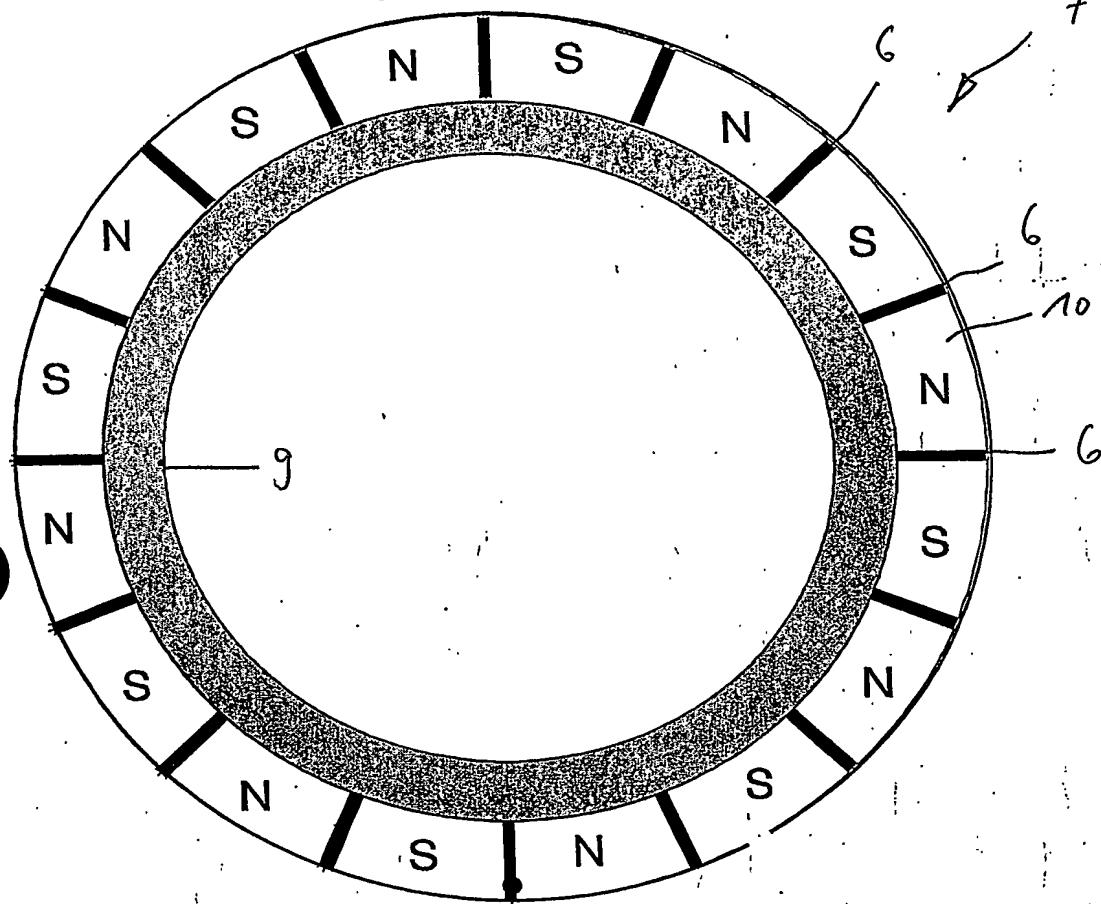


Fig. 9

eingereicht am 19. Nov. 2003

7/12

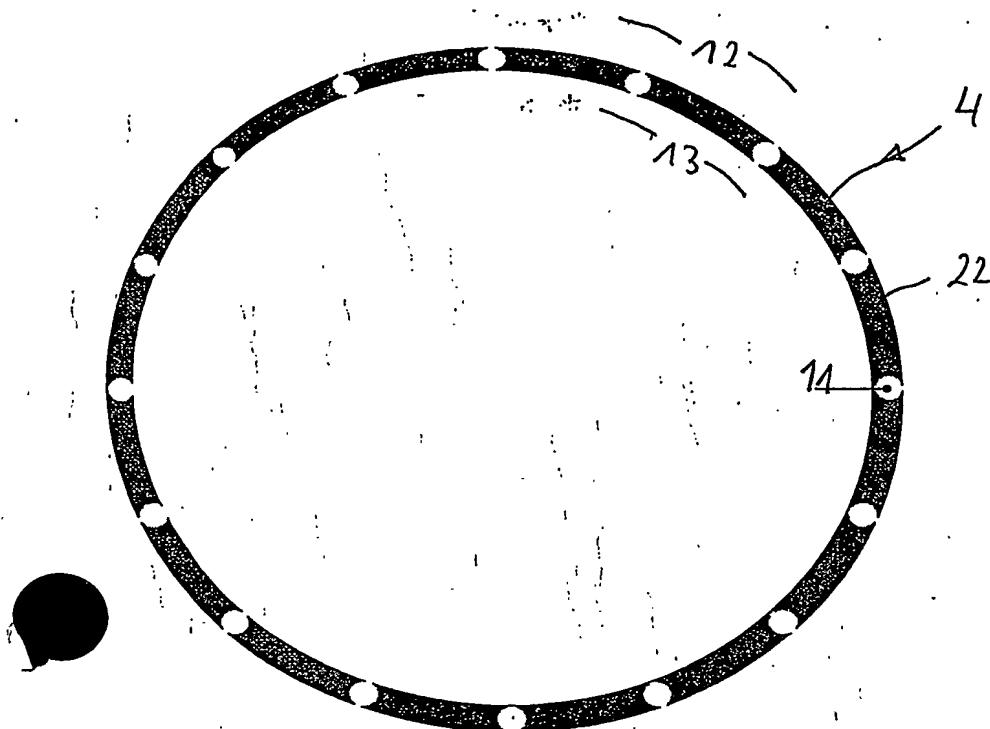


Fig. 10

Entstehung einer Kraftwirkung im Abtriebsrotor, durch Induktion eines Gegenstroms in Kurzschlußschleife.

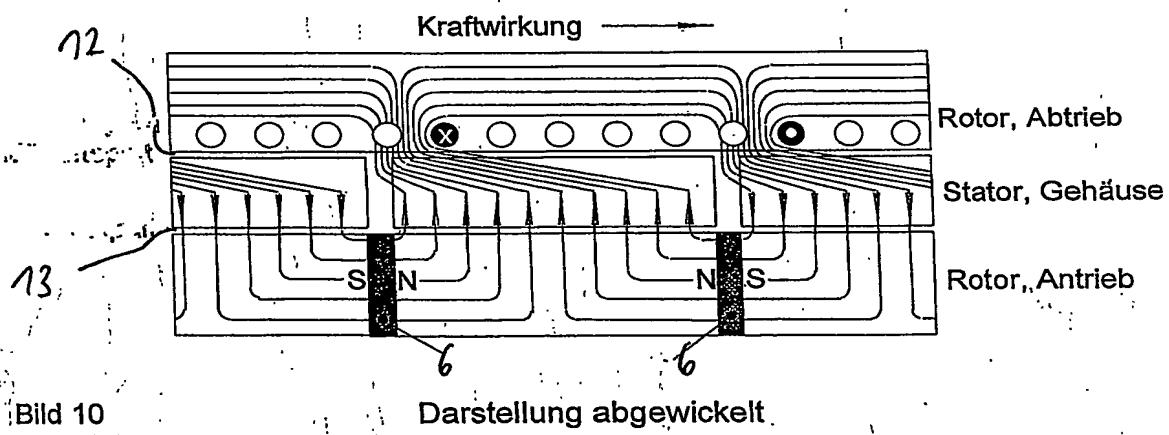


Fig. 11

eingereicht am 19. Nov. 2003

Synchr. DERI
Generator Motor

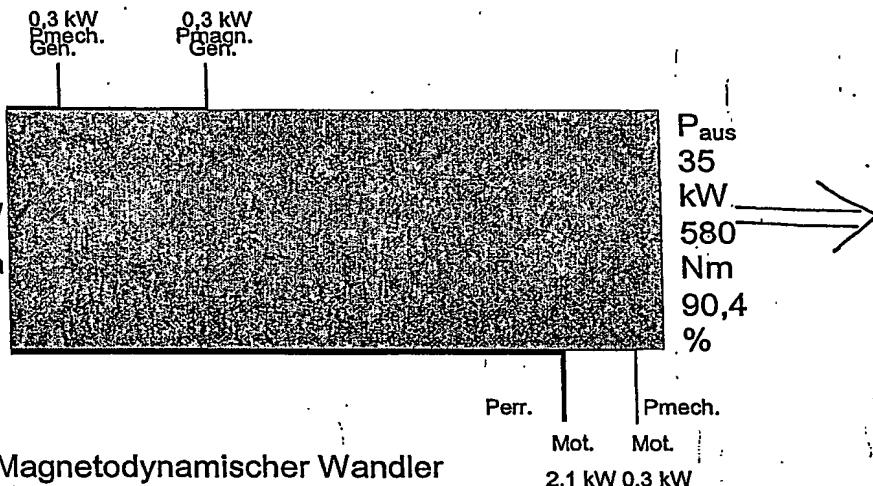
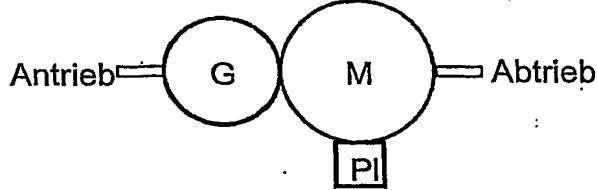


Fig. 12 und 13

eingereicht am 19. Nov. 2003

C. 0150

9/12

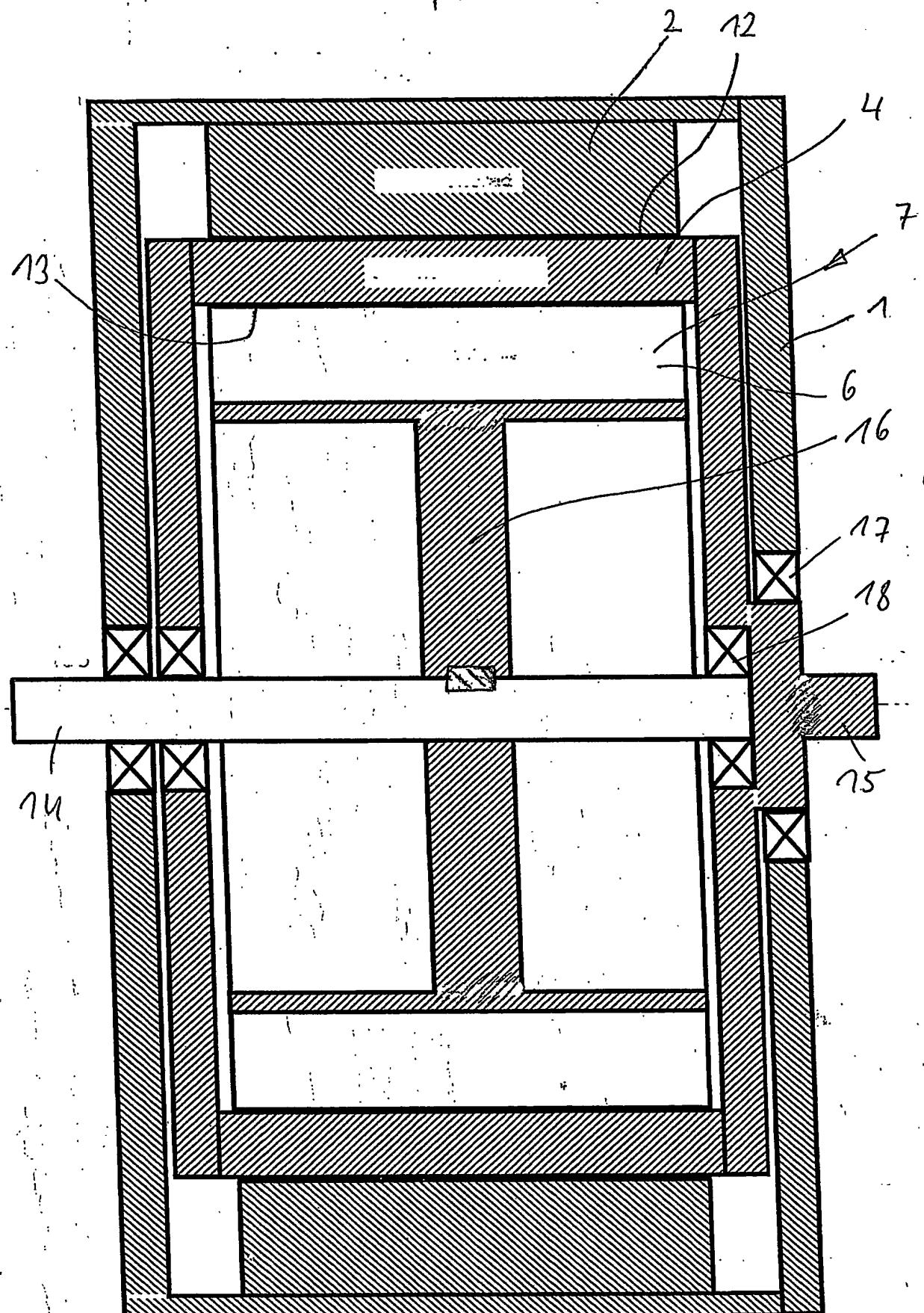


Fig. 14

eingereicht am 19. Nov. 2003

6/16

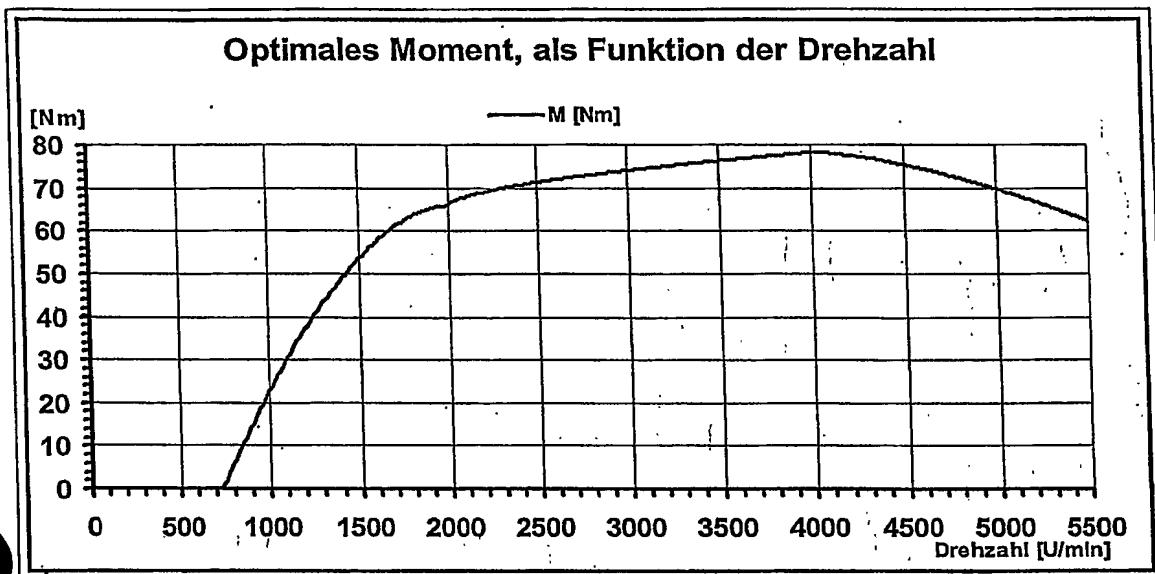


Fig. 15

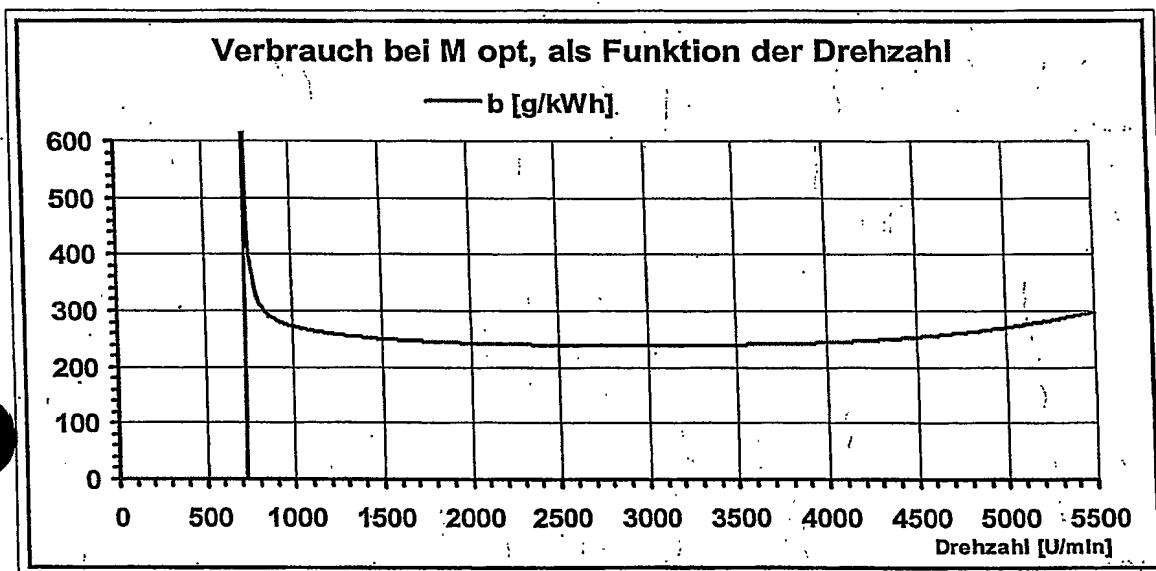


Fig. 16

eingereicht am 19. Nov. 2003

11/72

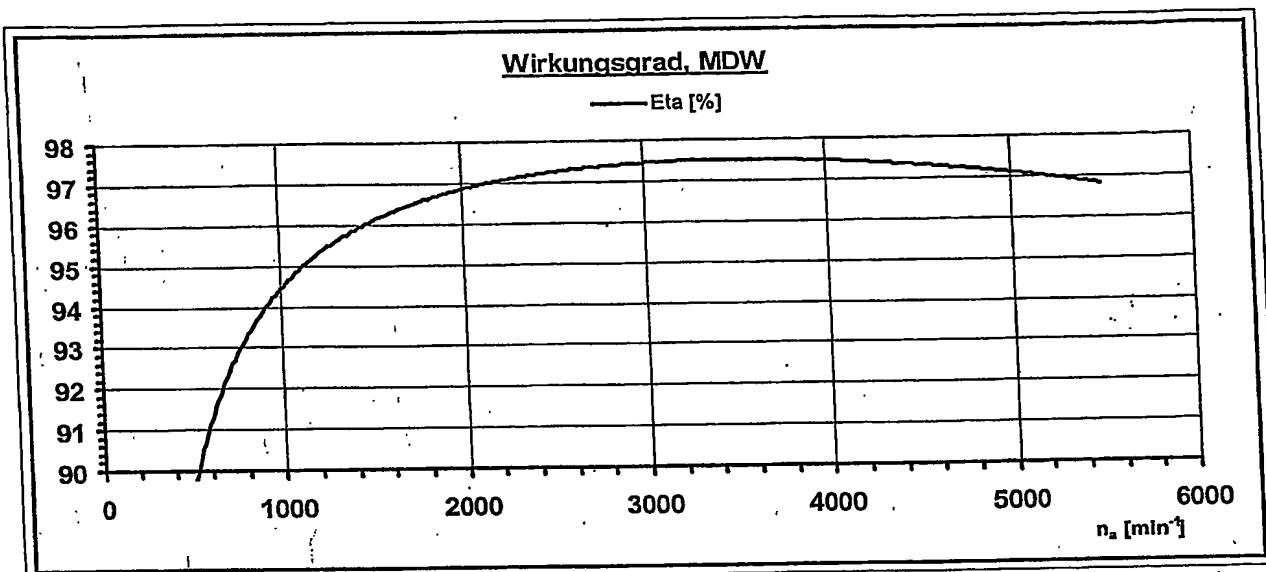
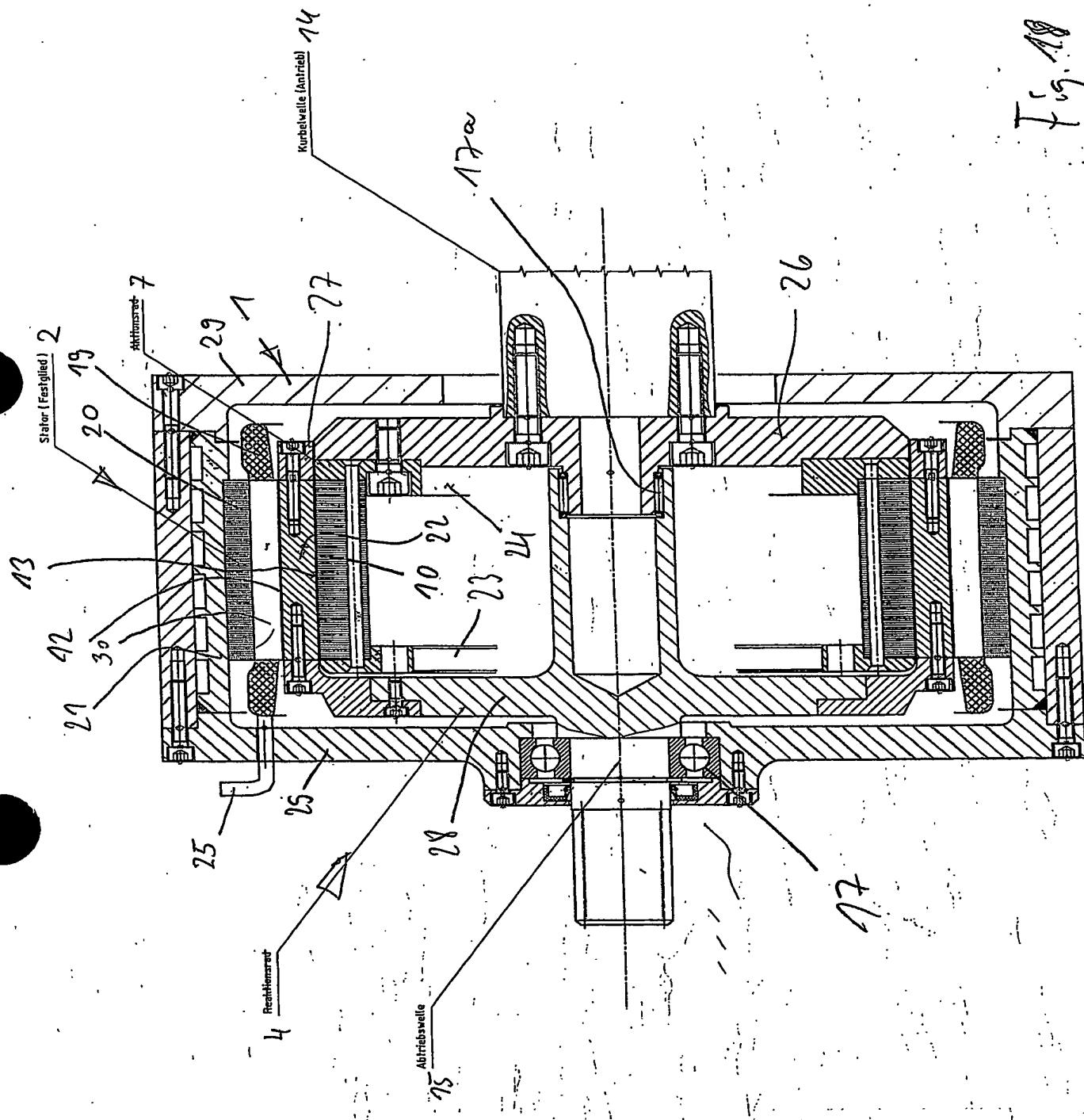


Fig. 17

eingereicht am 19. Nov. 2003

12/12

Fig. 10



eingereicht am 19. Nov. 2003

12/15

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP04/013085

International filing date: 18 November 2004 (18.11.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE
Number: 103 54 604.9
Filing date: 21 November 2003 (21.11.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 10 February 2005 (10.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

BLACK BORDERS

IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

FADED TEXT OR DRAWING

BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

SKEWED/SLANTED IMAGES

COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

GRAY SCALE DOCUMENTS

LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.